

氏 名	小 柳 洽 こやなぎ わたる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 942 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	コンクリートおよびコンクリート部材の破壊過程とその設計への適用に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査) 教授 岡 田 清 教授 丹羽義次 教授 六 車 熙

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、コンクリート構造の力学体系として、材料レベルでの構成要素であるコンクリートから、部材レベルでの構成要素である鉄筋コンクリートはり、および構造体として鉄筋コンクリートスラブをとりあげ、各レベルにおける破壊過程や耐力について理論および実験的検討を行い、構造設計と関連して各レベル相互間の関係をより明確化するために行った研究結果をとりまとめたもので、緒論、6章、結論からなっている。

緒論は本研究の目的と本論文の概要について述べている。

第1章は概論で、本論文で取り扱ったコンクリート材料、部材およびスラブ構造の各レベルでの破壊および耐力に関する既往の主な研究結果と問題点を述べている。

第2章はコンクリートの破壊について、これを巨視的および破壊過程の観点から検討したものである。すなわち、まずコンクリートの最も一般的な巨視的破壊条件として破壊曲面の概念を示し、圧縮域における実験によりこれを立証するとともに、これが近似的に最大最小主応力の和と差との関係で表現できることを示し、また引張りを含む領域についても圧縮域と同様の破壊条件が適用できることを明らかにしている。さらにコンクリートの破壊を内部ひびわれ発達に伴う内部組織構造の変化過程として捉え、破壊過程をボンドひびわれ、モルタルひびわれおよび残存強度をパラメーターとして用いて明確にするとともに、これら結果をもとにして巨視的破壊条件を設計に適用する上での新しい提言を行っている。

第3章は、はり部材の塑性ヒンジ回転能について検討したものである。すなわち、低鉄筋比のはりに対して鉄筋の降伏からコンクリートの圧壊に到る間の塑性回転量と関連する断面の塑性曲率を材料特性のモデル化によって求め、塑性曲率は鉄筋比の増加につれて双曲線的に減少すること、近似的に最終中立軸比に対応する鉄筋指数の関係でほぼ一義的に表現しうるが、コンクリート強度によっては若干の差がでることを明らかにし、鉄筋およびプレストレストコンクリートはりの載荷実験によってこれを実証するとともに、プレストレストコンクリートはりの塑性回転はひびわれ発生直後から終局段階まで徐々に生じ、その

回転量は鉄筋コンクリートはりの ($\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$) であることなどの結果をえている。

第4章は、はりの塑性ヒンジ発生によるモーメント再分配について2スパン連続はりを用いて実験的検討を行なった結果を述べたものである。すなわち、鉄筋コンクリートはりでは鉄筋降伏によって完全弾塑性体とほぼ同様なモーメント再分配の過程を示すが、プレストレストコンクリートはりではひびわれ発生直後より徐々に再分配の過程に入ること、生成した塑性ヒンジの高荷重反復載荷での安定性、塑性ヒンジ回転能から定まるモーメント再分配の限界、などについて明らかにするとともに、モーメント再分配の構造設計への導入についても検討している。

第5章は鉄筋コンクリートスラブの曲げおよびせん断に対する破壊性状および耐力について検討したものである。すなわち、はりの塑性回転能をもとにしてスラブ曲げ耐力に対しては降伏線理論の適用が可能であること、鉄筋折れ曲り効果を考慮する修正理論は適用し難いことを明らかにするとともに、押抜きせん断に対する要因実験により部材条件、スラブ支持条件や載荷面積比の載荷条件によって破壊が曲げからせん断に移行する状況を詳細に求めるとともに、破壊の型式とスラブ内の押抜きひびわれ角度との関係を求めている。

第6章はスラブ実験の結果をもとにしてスラブ耐力に関する従来からの諸提案式の適用性について検討するとともに、破壊時のひびわれ性状に基づく破壊機構を考慮したせん断耐力算定方法を提案し、また終局強度設計によるせん断耐力の現行設計に対し検討を加えている。

結論は以上の研究によって得られた成果を要約するとともに、今後に残された課題についてふれている。

論文審査の結果の要旨

本論文はコンクリート構造の力学体系において構成材料であるコンクリートの破壊条件と破壊過程における内部組織変化を明らかにするとともに、構成部材および構造としての鉄筋コンクリートはりおよびスラブの破壊過程と耐力について検討を加え、構造設計との関連において各レベル相互間の一連の関係をより明確化するために行った研究結果をまとめたもので、得られた主な成果は次のようである。

(1) コンクリートの一般的な巨視的破壊条件は破壊曲面であり、主応力とが単軸圧縮強度の約6倍に到る領域まででは、これを三主応力空間に完全に定められ、その形状は主応力と増加によって増大すること、主応力とが大きい領域では骨材特性の差が現われることを見出し、近似的には最大最小主応力の和と差との関係で示され、また引張り域においても同様の考え方が適用できることを明確にした。さらに破壊を内部組織の変化過程として捉え、応力状態とコンクリート内部のボンドひびわれおよびモルタルひびわれの発達と残存強度の低下とを定量的に相関させるとともに、この破壊過程の長さを導入した巨視的破壊条件式を提言した。これは破壊の機構的解明のみならずコンクリート構造設計上の新しい視点を与えたものとして評価できる。

(2) はり部材の塑性ヒンジ回転能と直接対応する断面の塑性曲率は、低鉄筋比の鉄筋コンクリートはりの場合には最終中立軸比と一致する鉄筋指数の増加によって双曲線的に減少し、両者間には近似的に一義的な関係が成立するが、コンクリート強度によって差があることを示すとともに、プレストレストコンク

リートはりではその塑性ヒンジ回転能は鉄筋コンクリートはりよりかなり小さいことを見出し、塑性回転の実際設計への導入上の問題点を明確にした。

(3) 鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリートはりにおける塑性ヒンジ生成に伴うモーメント再分配過程の差を明確にするとともに、数回の高荷重反復載荷に対してはヒンジの安定性は十分であるが、他方、再分配過程におけるせん断による部分破壊の危険性のあることを指摘した。また再分配の程度を表わす塑性ヒンジ生成度を第1ヒンジ生成から最終ヒンジ生成までの理論的荷重増分と断面の鉄筋指数の両者のパラメーターによって表わしうることを明らかにした。

(4) 鉄筋コンクリートスラブの静的曲げ耐力の推定においては、部材断面の塑性回転に基づく降伏線理論が有用であるが、鉄筋折れ曲り効果は認め難いことを示すとともに、スラブの支持条件、部材条件、載荷条件とスラブの曲げあるいは押抜きせん断破壊形式との総合的な関連性を明確にした。

(5) スラブの押抜きせん断破壊機構を明らかにするとともに、断面内の応力分布、コンクリートのみかけせん断耐力、載荷、支持および部材条件を基礎にしてスラブの押抜きせん断耐力を算定する新しい方法を示し、終局強度設計のための一基準を与えた。

以上を要するに本論文はコンクリート構造の力学体系において、その破壊および耐力と、部材レベル、材料レベルでのそれらとの相関性をより明確に定量化するとともに、各レベルにおける破壊過程の把握を基礎に終局強度設計上有用な多くの基礎資料を提供したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。